

SEMICONDUCTOR ARRANGEMENT WITH COVERED ISLAND AND CONTACT REGIONS

Publication number: WO0209195 (A1)

Publication date: 2002-01-31

Inventor(s): FRIEDRICH PETER [DE]; MITLEHNER HEINZ [DE]; SCHOERNER REINHOLD [DE]

Applicant(s): SISED ELECT DEV GMBH & CO KG [DE]; FRIEDRICH PETER [DE]; MITLEHNER HEINZ [DE]; SCHOERNER REINHOLD [DE]

Classification:

- international: **H01L21/337; H01L29/12; H01L29/78; H01L29/80; H01L29/808; H01L29/812; H01L29/861; H01L29/24; H01L21/02; H01L29/02; H01L29/66; (IPC1-7): H01L29/861; H01L29/78; H01L29/808; H01L29/812**

- European: **H01L29/78B2; H01L29/808B; H01L29/812B; H01L29/861**

Application number: WO2001DE02640 20010713

Priority number(s): DE20001036208 20000725

Also published as:

US2003137010 (A1)

US6693322 (B2)

JP2004505453 (T)

EP1303883 (A1)

DE10036208 (A1)

Cited documents:

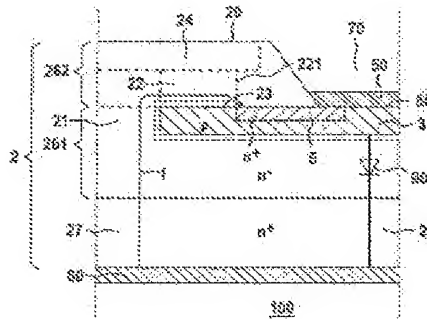
WO0016403 (A1)

WO0003440 (A1)

WO9819342 (A1)

Abstract of WO 0209195 (A1)

The invention relates to a semiconductor arrangement for current control, comprising an n-type first semiconductor region (2) with a first surface (20), a p-type covered island region (3), within the first semiconductor region (2), with a second surface (80), an n-type contact region (5) arranged on the second surface (80) within the island region (3) and a lateral channel region (22), formed between the first and second surface (20 and 80) as part of the first semiconductor region (2). Said channel region is part of a current path from or to the contact region (5). The current (I) within the lateral channel region (22) may be influenced by at least one depleted zone (23, 24). A lateral edge (221) of the lateral channel region (22) extends as far as the contact region (5).



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Januar 2002 (31.01.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/09195 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 29/861**,
29/812, 29/808, 29/78

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02640

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juli 2001 (13.07.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 36 208.7 25. Juli 2000 (25.07.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SICED ELECTRONICS DEVELOPMENT
GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Paul-Gossen-Strasse 100,
91052 Erlangen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRIEDRICHs,**
Peter [DE/DE]; Trienter Strasse 2b, 90475 Nürnberg
(DE). **MITLEHNER, Heinz** [DE/DE]; Danziger Strasse
1a, 91080 Uttenreuth (DE). **SCHÖRNER, Reinhold**
[DE/DE]; Wiesenstrasse 27, 91091 Grossenseebach (DE).

(74) Anwalt: **ZEDLITZ, Peter**; Postfach 22 13 17, 80503
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

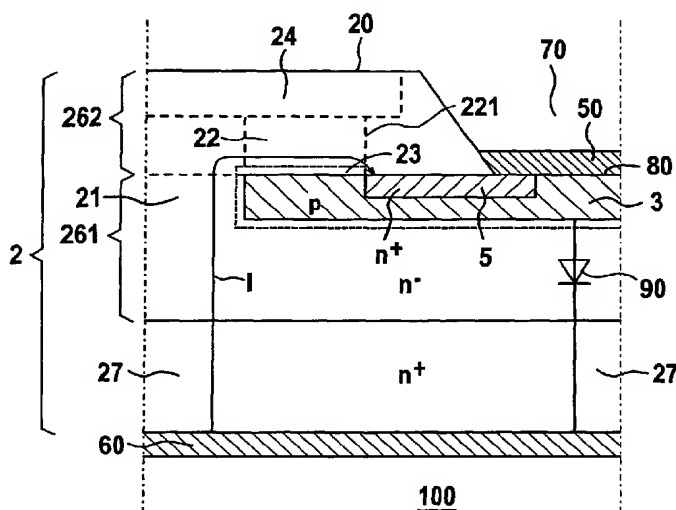
Veröffentlicht:

mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR ARRANGEMENT WITH COVERED ISLAND AND CONTACT REGIONS

(54) Bezeichnung: HALBLEITERAUFBAU MIT VERGRABENEM INSELGEBIET UND KONTAKTGEBIET



(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor arrangement for current control, comprising an n-type first semiconductor region (2) with a first surface (20), a p-type covered island region (3), within the first semiconductor region (2), with a second surface (80), an n-type contact region (5) arranged on the second surface (80) within the island region (3) and a lateral channel region (22), formed between the first and second surface (20 and 80) as part of the first semiconductor region (2). Said channel region is part of a current path from or to the contact region (5). The current (I) within the lateral channel region (22) may be influenced by at least one depleted zone (23, 24). A lateral edge (221) of the lateral channel region (22) extends as far as the contact region (5).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/09195 A1



- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Der Halbleiteraufbau zur Stromsteuerung enthält ein n-leitendes erstes Halbleitergebiet (2) mit einer ersten Oberfläche (20), ein innerhalb des ersten Halbleitergebiets (2) ver-grabenes p-leitendes Inselgebiet (3) mit einer zweiten Oberfläche (80), ein n-leitendes Kontaktgebiet (5), das an der zweiten Oberfläche (80) innerhalb des Inselgebiets (3) an-geordnet ist, und ein zwischen erster und zweiter Oberfläche (20 bzw. 80) als Teil des ersten Halbleitergebiets (2) aus-gebildetes laterales Kanalgebiet (22). Letzteres ist Teil eines Strompfads vom oder zum Kontaktgebiet (5). Der Strom (I) ist innerhalb des lateralen Kanalgebiets (22) durch wenigstens eine Verarmungszone (23, 24) beeinflussbar. Ein lateraler Rand (221) des lateralen Kanalgebiets (22) reicht bis an das Kontaktgebiet (5) heran.

Beschreibung

Halbleiteraufbau mit vergrabem Inselgebiet und Kontakt-
gebiet

5

Die Erfindung betrifft einen Halbleiteraufbau zur Steuerung eines Stromflusses. Der erfindungsgemäße Halbleiteraufbau umfasst insbesondere ein in einem ersten Halbleitergebiet zumindest teilweise vergrabenes Inselgebiet.

10

Zum Versorgen eines elektrischen Verbrauchers mit einem elektrischen Nennstrom wird der Verbraucher üblicherweise über ein Schaltgerät an ein elektrisches Versorgungsnetz geschaltet. Beim Einschaltvorgang und auch im Falle eines Kurzschlusses tritt ein Überstrom auf, der deutlich über dem Nennstrom liegt. Zum Schutz des elektrischen Verbrauchers muss das zwischen den Verbraucher und das elektrische Netz geschaltete Schaltgerät diesen Überstrom begrenzen und auch abschalten können. Für diese Funktion sind strombegrenzende Schalter in Form eines Halbleiteraufbaus bekannt.

20

Aus der *US 6,034,385* sowie aus der *WO 00/16403 A1* ist ein solcher Halbleiteraufbau bekannt, in dem ein Stromfluss zwischen einer ersten und einer zweiten Elektrode gesteuert wird. Insbesondere wird der Strom ein- und ausgeschaltet oder auf einen maximalen Wert begrenzt. Der aktive Teil des Halbleiteraufbaus besteht aus einem ersten Halbleitergebiet eines vorgegebenen Leitungstyps, insbesondere des n-Leitungstyps. Zur Stromsteuerung ist innerhalb des ersten Halbleitergebiets mindestens ein laterales Kanalgebiet vorgesehen. Unter lateral wird hierbei eine Richtung parallel zu einer Oberfläche des ersten Halbleitergebiets verstanden. Vertikal wird dagegen eine senkrecht zur Oberfläche verlaufende Richtung bezeichnet. Das laterale Kanalgebiet wird durch mindestens einen p-n-Übergang, insbesondere durch die Verarmungszone (Zone mit Verarmung an Ladungsträgern und damit hohem elektrischen Widerstand; Raumladungszone) dieses p-n-Übergangs,

30

35

in vertikaler Richtung begrenzt. Die vertikale Ausdehnung dieser Verarmungszone kann unter anderem durch eine Steuerungspannung eingestellt werden. Der p-n-Übergang ist zwischen dem ersten Halbleitergebiet und einem vergrabenen p-leitenden Inselgebiet gebildet. Das vergrabene Inselgebiet übernimmt die Abschirmung der ersten Elektrode gegenüber dem hohen elektrischen Feld in Sperrrichtung oder im ausgeschalteten Zustand. Bei speziellen Ausführungsformen kann das Kanalgebiet auch durch eine weitere Verarmungszone in vertikaler Richtung begrenzt werden. Diese weitere Verarmungszone wird beispielsweise durch einen weiteren p-n-Übergang zwischen einem zweiten p-leitenden Halbleitergebiet und dem ersten n-leitenden Halbleitergebiet hervorgerufen. Je nach Ausführungsform kann sich bei dem bekannten Halbleiteraufbau ein relativ hoher Durchlasswiderstand ergeben. Außerdem ist zur exakten Einstellung der lateralen Abmessung des Kanalgebiets sowie zur genauen lateralen Positionierung des Kanalgebiets innerhalb des Halbleiteraufbaus eine sehr exakt aufeinander bezogene Positionierung der einzelnen Halbleitergebiete erforderlich. Dieser hohe Justageaufwand ist insbesondere für das vergrabene p-leitende Inselgebiet und das zweite p-leitende Halbleitergebiet notwendig.

Ein ähnlicher Halbleiteraufbau wird in der DE 196 29 088 A1 beschrieben. Folglich hat auch dieser Halbleiteraufbau einen relativ hohen Durchlasswiderstand, und es sind wiederum hohe Anforderungen an die Justagegenauigkeit zu erfüllen.

Weiterhin wird mit der US 5,543,637 ein Halbleiteraufbau offenbart, der ein erstes Halbleitergebiet eines ersten Leitungstyps mit einem vergrabenen Inselgebiet eines zum ersten entgegengesetzten Leitungstyps sowie zwei Elektroden und einer Steuerelektrode umfasst. Die durch die Steuerelektrode und das vergrabene Inselgebiet hervorgerufenen jeweiligen Verarmungszonen bilden wieder ein Kanalgebiet, in dem ein zwischen den beiden Elektroden fließender Strom gesteuert wird. Die Steuerelektrode ist entweder als Schottky-

Kontakt oder als MOS-Kontakt ausgeführt. Als Halbleitermaterial wird 3C-, 6H oder 4H-Siliciumcarbid verwendet. Auch dieser Halbleiteraufbau weist einen relativ hohen Durchlasswiderstand auf und erfordert eine hohe Präzision bei der
5 Justierung der einzelnen Halbleitergebiete.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zu Grunde, einen Halbleiteraufbau zur Stromsteuerung anzugeben, die einen niedrigen Durchlasswiderstand aufweist. Gleichzeitig soll der für
10 die lokale Definition des Kanalgebiets erforderliche Justageaufwand gegenüber dem Stand der Technik verbessert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Halbleiteraufbau entsprechend den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1
15 angegeben.

Bei der erfindungsgemäßen Halbleiteraufbau zur Steuerung eines Stroms handelt es sich um einen Aufbau, welcher

- a) ein erstes Halbleitergebiet eines ersten Leitungstyps
20 (n oder p) mit einer ersten Oberfläche,
- b) ein innerhalb des ersten Halbleitergebiets zumindest teilweise vergrabenes Inselgebiet eines zweiten gegenüber dem ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyps (p oder n) mit einer der ersten Oberfläche zugewandten zweiten Oberfläche,
25
- c) ein Kontaktgebiet des ersten Leitungstyps (n oder p), das an der zweiten Oberfläche innerhalb des Inselgebiets angeordnet ist, und
- d) ein zwischen erster und zweiter Oberfläche als Teil des
30 ersten Halbleitergebiets ausgebildetes laterales Kanalgebiet,
- d1) das seinerseits Teil eines Strompfads vom oder zum Kontaktgebiet ist,
- d2) innerhalb dessen der Strom durch wenigstens eine Verarmungszone beeinflussbar ist, und
35
- d3) dessen einer lateraler Rand bis an das Kontaktgebiet heranreicht, umfasst.

Die Erfindung beruht dabei auf der Erkenntnis, dass der bei dem bekannten Halbleiteraufbau zu beobachtende relativ hohe Durchlasswiderstand insbesondere durch einen sogenannten Vorkanal hervorgerufen wird. Dieser Vorkanal befindet sich zwischen dem eigentlichen lateralen Kanalgebiet und dem Kontaktgebiet innerhalb des ersten Halbleitergebiets. Da das erste Halbleitergebiet üblicherweise einen großen Teil der in Sperrrichtung oder im ausgeschalteten Zustand anfallenden Spannung aufzunehmen hat, weist es normalerweise eine relativ niedrige Dotierungsrate auf. Dies hat jedoch eine vergleichsweise niedrige elektrische Leitfähigkeit zur Folge. Der im Durchlasszustand geführte elektrische Strom erfährt deshalb einen umso größeren elektrischen Widerstand, je länger sein Strompfad durch das erste Halbleitergebiet ist. Durch die Anordnung des Kontaktgebiets innerhalb des vergrabenen Inselgebiets tritt ein aus dem Kontaktgebiet herausfließender elektrischer Strom unmittelbar in das für die Stromsteuerung maßgebliche laterale Kanalgebiet ein. Ein für die eigentliche Stromsteuerung unerheblicher Vorkanal, der ansonsten zu einer unerwünschten Anhebung des Durchlasswiderstands führen würde, ergibt sich bei dieser besonderen Anordnung des Kontaktgebiets nicht. Damit liegt der insgesamt resultierende Durchlasswiderstand deutlich unter dem des bekannten Halbleitersaufbaus.

Das laterale Kanalgebiet wird sowohl in seiner lateralen Abmessung als auch in seiner lateralen Position innerhalb des Halbleitersaufbaus im Wesentlichen durch die Lage des Kontaktgebiets innerhalb des vergrabenen Inselgebiets bestimmt. Es wurde erkannt, dass sich das ursprünglich für einen MOSFET konzipierte Strukturierungsverfahren der WO 99/07011 A1 mit Vorteil auch für die Definition des lateralen Kanalgebiets des Halbleitersaufbaus verwenden lässt. Günstig wirkt sich hierbei insbesondere aus, dass das Kontaktgebiet und das Inselgebiet, die die Abmessung und die Lage des lateralen Kanalgebiets bestimmen, in der gleichen Epitaxieschicht

angeordnet sind. Dagegen befinden sich bei dem bekannten Halbleiteraufbau die das laterale Kanalgebiet definierenden Strukturen in mindestens zwei verschiedenen Epitaxieschichten. Dadurch kann zwischen zwei für die Strukturdefinition erforderlichen Lithographieschritten insbesondere ein Epitaxiewachstum stattfinden, wodurch eine hochgenaue Justierung der Lithographieschritte in Bezug zueinander erheblich erschwert wird. Durch die Einbettung des Kontaktgebiets in das Inselgebiet erfolgt die für das laterale Kanalgebiet wesentliche Strukturierung bei dem Halbleiteraufbau innerhalb einer einzigen Epitaxieschicht und damit sowohl mit geringerem Aufwand als auch mit einer sehr hohen Präzision.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Halbleiteraufbaus gemäß der Erfindung ergeben sich aus den vom Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform werden das Inselgebiet und das Kontaktgebiet mittels einer ersten Elektrode kurzgeschlossen. Dazu ist in dem ersten Halbleitergebiet ein Kontaktloch vorgesehen, das sich ausgehend von der ersten Oberfläche bis mindestens zur zweiten Oberfläche erstreckt. Es können auch mehrere Kontaktlöcher vorhanden sein, um eine sicherere Kontaktierung zu gewährleisten. Das mindestens eine Kontaktloch ist dabei so platziert, dass sowohl von dem Inselgebiet als auch von dem Kontaktgebiet jeweils ein Teil für eine Kontaktierung zugänglich ist. Die in dem mindestens einen Kontaktloch vorgesehene erste Elektrode kontaktiert beide Gebiete ohmsch. Durch die elektrisch leitende Verbindung (= Kurzschluss) zwischen dem Kontaktgebiet und dem Inselgebiet wird eine sich ansonsten zwischen diesen beiden Gebieten ausbildende Kapazität praktisch eliminiert oder zumindest sehr stark reduziert. Dadurch lässt sich der Halbleiteraufbau als sehr schneller Schalter einsetzen.

35

Eine weitere vorteilhafte Variante des Halbleiteraufbaus ist dadurch gekennzeichnet, dass das Inselgebiet in dem an das

laterale Kanalgebiet angrenzenden Bereich eine Erhebung aufweist. Diese Erhebung lässt sich beispielsweise durch eine kurze Tiefätzung des Kontaktgebiets und auch des Inselgebiets im nicht an das laterale Kanalgebiet angrenzenden Bereich
5 erreichen. Dadurch dass die zweite Oberfläche im Bereich des Kontaktgebiets gegenüber dem an das Kanalgebiet angrenzenden Bereich des Inselgebiets zurückversetzt ist, erhöht sich die Betriebssicherheit des Halbleiteraufbaus. Das laterale Kanalgebiet wird dann sicher durch die beteiligten Verarmungszonen
10 abgeschnürt, ehe es zu einem möglichen Durchgriff auf das Kontaktgebiet kommen kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das laterale Kanalgebiet in vertikaler Richtung zwischen einer ersten und einer
15 zweiten Verarmungszone angeordnet. Die erste Verarmungszone befindet sich auf einer der ersten Oberfläche zugewandten Seite des lateralen Kanalgebiets und die zweite Verarmungszone auf der dem Inselgebiet zugewandten Seite des lateralen Kanalgebiets. Die zweite Verarmungszone ist von einem p-n-
20 Übergang zwischen dem ersten Halbleitergebiet und dem vergrabenen Inselgebiet gebildet. Je nach Betriebszustand des Halbleiteraufbaus begrenzen die beiden Verarmungszonen das laterale Kanalgebiet oder schnüren es komplett ab. Mit einem derartig ausgebildeten lateralen Kanalgebiet erhält man einen
25 sehr durchbruchsfesten Halbleiteraufbau.

Bevorzugt ist weiterhin eine Ausführungsform, bei der sich die erste Verarmungszone und das Kontaktgebiet in einer senkrecht zur ersten oder zweiten Oberfläche vorgenommenen
30 fiktiven Projektion in eine gemeinsame Ebene an ihren lateralen (= seitlichen) Rändern überlappen. Das laterale Kanalgebiet reicht dann unmittelbar bis an das in das Inselgebiet eingebettete Kontaktgebiet heran. Ein durch die Verarmungszonen nicht steuerbarer Vorkanal, der den Durchlasswiderstand
35 erhöhen würde, bildet sich dann nicht aus.

Die erste Verarmungszone ist bei einer Ausführungsform die eines Schottky-Kontakts. Der Schottky-Kontakt kann dabei insbesondere auch mit der ersten Elektrode und einem an der ersten Oberfläche liegenden Bereich des ersten Halbleiter-

5 gebiets gebildet sein. Die erste Elektrode erstreckt sich dann über den oberen Rand des Kontaktlochs bis zu dem betreffenden Bereich der ersten Oberfläche. Der Schottky-Kontakt kann aber auch durch eine zusätzliche Steuerelektrode, an die eine Steuerspannung anlegbar ist, und dem an

10 der ersten Oberfläche liegenden Bereich des ersten Halbleitergebiets gebildet sein. In diesem Fall sind die erste Elektrode und die Steuerelektrode elektrisch voneinander isoliert. Das erste Halbleitergebiet kann im Bereich des Schottky-Kontakts eine geeignete, von dem übrigen ersten

15 Halbleitergebiet abweichende Dotierung aufweisen.

Bei einer anderen Ausführungsform ist das laterale Kanalgebiet von wenigstens einer ersten Verarmungszone, die durch einen MIS(Metal Isolator Semiconductor)-Kontakt insbesondere

20 durch einen MOS(Metal Oxide Semiconductor)-Kontakt hervorgerufen wird, begrenzt oder abgeschnürt. Unter einem MIS-Kontakt ist hierbei ein an der ersten Oberfläche des Halbleitergebiets angeordneter Schichtaufbau aus einer Isolationsschicht und einer darüber liegenden Steuerelektrode zu

25 verstehen. Vorzugsweise handelt es sich bei der Isolationschicht um eine Oxidschicht.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die erste Verarmungszone, die das laterale Kanalgebiet in vertikaler

30 Richtung begrenzt, die Verarmungszone eines p-n-Übergangs, der sich zwischen dem ersten Halbleitergebiet und einem zweiten Halbleitergebiet befindet. Das zweite Halbleitergebiet ist an der ersten Oberfläche innerhalb des ersten Halbleitergebiets angeordnet. Es hat den gegenüber dem Leitungstyp des

35 ersten Halbleitergebiets entgegengesetzten Leitungstyp.

Eine erste Variante der Ausgestaltung mit dem zweiten Halbleitergebiet zeichnet sich dadurch aus, dass ein Ladungsspeichereffekt in dem zweiten Halbleitergebiet ausgenutzt wird. Dies wird erreicht durch elektrisches Isolieren des zweiten Halbleitergebiets an der ersten Oberfläche mit einer Isolationsschicht, vorzugsweise mit einer Oxidschicht. Die Ladungsspeicherung im zweiten Halbleitergebiet bewirkt, dass nach Eintritt der Abschnürung des Kanalgebiets bei Anliegen einer bestimmten Betriebsspannung die Abschnürung auch dann zunächst noch anhält, wenn die Betriebsspannung abnimmt. Dadurch wird ein akzeptabler Begrenzungsstrom (Sperrstrom) über eine vorgegebene Begrenzungszeit (Sperrzeit) im Wesentlichen beibehalten. Mit dieser Variante kann ein passiver Strombegrenzer realisiert werden, bei dem das laterale Kanalgebiet normalerweise geöffnet ist und erst durch einen von einem großen Strom hervorgerufenen Spannungsabfall abgeschnürt wird.

In einer zweiten Variante wird das zweite Halbleitergebiet mit einer Steuerelektrode ohmsch kontaktiert. Durch Anlegen einer Steuerspannung an diese Steuerelektrode kann die Ausdehnung der ersten Verarmungszone und damit der elektrische Widerstand des lateralen Kanalgebiets gesteuert werden. In dieser zweiten Variante kann das Kanalgebiet auch bereits im spannungsfreien Zustand abgeschnürt (= normally off) und erst durch Anlegen einer Steuerspannung geöffnet, d. h. erzeugt, werden. Mit diesem steuerbaren Halbleiteraufbau kann ein aktiver Strombegrenzer realisiert werden.

Die erste Elektrode und die Steuerelektrode können elektrisch voneinander isoliert sein. Andererseits ist es auch möglich, mit der ersten Elektrode neben dem Kontaktgebiet und dem Inselgebiet auch das zweite Halbleitergebiet an der ersten Oberfläche ohmsch zu kontaktieren. Das Kontaktgebiet ist dann auch mit dem zweiten Halbleitergebiet elektrisch kurzgeschlossen. Die erste Elektrode und die Steuerelektrode bilden in diesem Fall eine gemeinsame Elektrode.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung besteht der Halbleiteraufbau teilweise oder auch komplett aus einem Halbleitermaterial, das einen Bandabstand von wenigstens 2 eV aufweist. Insbesondere wenn ein Ladungsspeichereffekt ausgenutzt wird, ist ein Halbleitermaterial mit so hohem Bandabstand vorteilhaft. Geeignete Halbleitermaterialien sind beispielsweise Diamant, Galliumnitrit (GaN), Indiumphosphit (InP) oder vorzugsweise Siliciumcarbid (SiC). Auf Grund der extrem niedrigen intrinsische Ladungsträgerkonzentration (= Ladungsträgerkonzentration ohne Dotierung) und des sehr geringen Durchlassverlusts sind die genannten Halbleitermaterialien, insbesondere SiC, sehr vorteilhaft. Die niedrige intrinsische Ladungsträgerkonzentration begünstigt eine Ladungsspeicherung. Die genannten Halbleitermaterialien weisen außerdem im Vergleich zu dem „Universalhalbleiter“ Silicium eine deutlich höhere Durchbruchsfestigkeit auf, so dass der Halbleiteraufbau bei einer höheren Spannung eingesetzt werden kann. Das bevorzugte Halbleitermaterial ist Siliciumcarbid, insbesondere einkristallines Siliciumcarbid vom 3C- oder 4H- oder 6H- oder 15R-Polytyp.

Günstig ist eine Ausgestaltung, bei der ein zusätzlicher p-n-Übergang zwischen dem ersten Halbleiter-Gebiet und einer zweiten Elektrode, die insbesondere auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden Seite des ersten Halbleitergebiets angeordnet ist, vorgesehen ist. Durch diesen zusätzlichen p-n-Übergang kann der Halbleiteraufbau bei einer höheren (Sperr-)Spannung betrieben werden.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden nunmehr anhand der Zeichnung näher erläutert. Zur Verdeutlichung ist die Zeichnung nicht maßstäblich ausgeführt, und gewisse Merkmale sind schematisiert dargestellt. Im Einzelnen zeigen:

Figur 1 und Figur 2 einen Halbleiteraufbau mit einem innerhalb eines vergrabenen Inselgebietes

10

angeordneten Kontaktgebiet und einem
lateralen Kanalgebiet und

Figur 3 bis Figur 6 Ausführungsbeispiele zur Steuerung des
Kanalgebiets des Halbleiteraufbaus von
Figur 1.

5

Einander entsprechende Teile sind in den Figuren 1 bis 6 mit
denselben Bezugszeichen versehen.

10 In Figur 1 ist ein Halbleiteraufbau 100 zur Steuerung eines
Stroms I in Form eines vertikalen Sperrschichtfeldeffekt-
Transistors (JFET) dargestellt. Die in Figur 1 gezeigte Halb-
leitervorrichtung ist lediglich eine Halbzelle. Durch Spiege-
lung an dem rechten Rand der Halbzelle erhält man eine kom-
15 plette Zelle. Eine Mehrzellenstruktur ergibt sich entspre-
chend durch mehrfache Spiegelung.

Der aktive Teil, in dem die Stromsteuerung im Wesentlichen
stattfindet, ist in einem n-leitenden (Elektronenleitung)
20 ersten Halbleitergebiet 2 enthalten. Innerhalb des ersten
Halbleitergebiets 2 ist ein p-leitendes (Löcherleitung)
vergrabenes Inselgebiet 3 angeordnet. Das erste Halbleiter-
gebiet 2 weist eine erste Oberfläche 20, das vergrabene
Inselgebiet 3 eine zweite Oberfläche 80 auf. Beide Ober-
25 flächen 20 und 80 laufen im Wesentlichen parallel zueinander.
Das erste Halbleitergebiet 2 setzt sich im Ausführungsbei-
spiel von Figur 1 aus einem Substrat 27 und zwei darauf an-
geordneten, epitaktisch aufgewachsenen Halbleiterschichten
261 und 262 zusammen. Die erste und die zweite Halbleiter-
30 schicht 261 bzw. 262 sind niedriger dotiert (n^-) als das
Substrat 27 (n^+).

An der zweiten Oberfläche 80 ist ein innerhalb des Insel-
gebiets 3 eingebettetes n-leitendes Kontaktgebiet 5 vor-
35 gesehen. Es ist höher dotiert (n^+) als die beiden Halbleiter-
schichten 261 und 262. Das Inselgebiet 3 erstreckt sich in

allen Richtungen parallel zur ersten Oberfläche 20 weiter als das Kontaktgebiet 5.

Als Halbleitermaterial kommt in dem Halbleiteraufbau 100 Siliciumcarbid zum Einsatz. Es eignet sich insbesondere bei hohen Spannungen auf Grund seiner spezifischen Materialeigenschaften besonders gut. Bevorzugte Dotierstoffe sind Bor und Aluminium für eine p-Dotierung sowie Stickstoff und Phosphor für eine n-Dotierung. Die Dotierstoffkonzentration des Kontaktgebiets 5 liegt typischerweise zwischen $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ und $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ und die des ersten Halbleitergebiets 2 typischerweise bei höchstens $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Das Zeichen „x“ wird hier als Multiplikationssymbol verwendet.

Vorzugsweise werden das vergrabene Inselgebiet 3 und das darin eingebettete Kontaktgebiet 5 nach Aufbringen der ersten Halbleiterschicht 261 hergestellt. Dabei kann insbesondere die in der WO 99/07011 A1 beschriebene selbstjustierende Maskierungstechnik eingesetzt werden. Das Inselgebiet 3 und das Kontaktgebiet 5 werden demgemäß mittels zweier Maskierungsschritte und einer entsprechenden Ionenimplantation von n- und p-Dotierstoffteilchen in die zweite Oberfläche 80 erzeugt. Danach wird in einem zweiten epitaktischen Wachstumsschritt die zweite Halbleiterschicht 262 aufgebracht. Mit der (selbstjustierenden) Herstellung des vergrabenen Inselgebiets 3 und des Kontaktgebiets 5 sind bereits in einem relativ frühen Stadium des Herstellungsprozesses alle Prozessschritte mit einer hohen Anforderung an die Justiergenauigkeit abgearbeitet. Alle folgenden Prozessschritte sind in dieser Hinsicht unkritisch.

Innerhalb der zweiten Halbleiterschicht 262 ist ein Kontaktloch 70 vorgesehen, das sich in vertikaler Richtung bis zu der zweiten Oberfläche 80 des vergrabenen Inselgebiets 3 erstreckt. Das Kontaktloch 70 legt sowohl einen Teil des vergrabenen Inselgebiets 3 als auch einen Teil des Kontaktgebiets 5 frei, so dass beide Gebiete 3 und 5 mittels einer

ersten Elektrode 50 aus einem elektrisch leitenden Material ohmsch kontaktiert werden können. Das Kontaktgebiet 5 und das Inselgebiet 3 sind durch die erste Elektrode 50 kurz geschlossen. Als Material für die erste Elektrode 50 kommt
5 Polysilicium oder ein Metall, vorzugsweise Nickel, Aluminium, Tantal, Titan oder Wolfram, in Frage. Das Kontaktloch 70 wird beispielsweise mittels eines Trockenätzprozesses hergestellt. Um Schwankungen in der Ätztiefe auszugleichen, können gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform auch mehrere Kon-
10 taktlöcher 70, die dann jeweils einen kleineren Durchmesser aufweisen, vorgesehen sein.

Auf einer von der ersten Oberfläche 20 abgewandten Seite des ersten Halbleitergebiets 2 ist eine zweite Elektrode 60 vor-
15 gesehen. Die Zu- und Ableitung des durch den Halbleiteraufbau 100 fließenden Stroms I erfolgt mittels beider Elektroden 50 und 60. Auf Grund des im Wesentlichen vertikalen, d. h. senkrecht zur ersten Oberfläche 20 gerichteten Stromflusses wird auch der Halbleiteraufbau 100 als vertikal bezeichnet.

20 Seitlich (= lateral) neben dem Kontaktloch 70 ist eine an die erste Oberfläche 20 angrenzende erste Verarmungszone 24 angeordnet, die sich innerhalb des ersten Halbleitergebiets 2 befindet. Weiterhin ist zwischen dem ersten Halbleitergebiet
25 2 und dem vergrabenen Inselgebiet 3 ein p-n-Übergang vorhanden, dessen Verarmungszone hier als zweite Verarmungszone 23 bezeichnet wird. Die zweite Verarmungszone 23 umgibt das gesamte vergrabene Inselgebiet 3. Soweit sich die beiden Verarmungszonen 23 und 24 innerhalb des ersten Halbleiter-
30 gebiets 2 erstrecken, sind sie in Figur 1 gestrichelt eingezeichnet. Die erste und die zweite Verarmungszone 24 bzw. 23 begrenzen in vertikaler Richtung ein laterales Kanalgebiet 22 das innerhalb des ersten Halbleitergebiets 2 liegt und Teil des Strompfads zwischen der ersten und der zweiten Elek-
35 trode 50 bzw. 60 ist. Die erste Verarmungszone 24 und das vergrabene Inselgebiet 3 sind so angeordnet, dass sich die beiden Verarmungszonen 23 und 24 in einer Projektion auf die

erste Oberfläche 20 an ihren seitlichen Rändern überlappen. Das laterale Kanalgebiet 22 befindet sich gerade innerhalb dieses Überlappungsbereichs.

5 In lateraler Richtung ist das laterale Kanalgebiet 22 auf der dem Kontaktfläche 70 zugewandten Seite durch einen Rand 221 begrenzt. Dieser Rand 221 wird durch eine senkrecht zur ersten oder zweiten Oberfläche 20 bzw. 80 vorgenommene Pro-
10 jektion des Kontaktgebiets 5 in das erste Halbleitergebiet 2 gebildet. Die als untere vertikale Begrenzung dienende zweite Verarmungszone 23 erstreckt sich nämlich ab der Stelle, an der das stark n-dotierte Kontaktgebiet 5 innerhalb des Insel-
15 gebiets 3 angeordnet ist, nicht mehr in das erste Halbleitergebiet 2. Der für eine solche Verarmungszone maßgebliche p-n-Übergang verläuft ab dieser Stelle zwischen dem n-leitenden Kontaktgebiet 5 und dem p-leitenden Inselgebiet 3. Der laterale Rand 221 wird damit durch die Lage des Kontaktgebiets 5 innerhalb des Inselgebiets 3 bestimmt. Der in Figur 1 nicht
20 näher bezeichnete zweite laterale Rand des lateralen Kanalgebiets 22 wird dagegen durch die laterale Abmessung des Inselgebiets 5 bestimmt. Diese Geometrieparameter lassen sich durch das in der WO 99/07011 A1 beschriebene Strukturierungs-
25 verfahren sehr genau einstellen. Damit ist bei dem Halbleiteraufbau 100 eine hochgenaue Einstellung der Länge und auch Position des lateralen Kanalgebiets 22 möglich.

Die laterale Begrenzung des lateralen Kanals 22 durch das Kontaktgebiet 5 hat außerdem den Vorteil, dass der Strom I unmittelbar nach Austreten aus dem lateralen Kanalgebiet 22
30 in das Kontaktgebiet 5 eintritt, ohne dabei einen sogenannten Vorkanal innerhalb des ersten Halbleitergebiets 2 zu durchlaufen. Damit entfällt der Widerstand eines solchen Vorkanals und es ergibt sich insgesamt ein niedriger Durchlasswiderstand.

35 Außerdem führt die Anordnung des Kontaktgebiets und der damit verbundene Wegfall eines Vorkanals zu einem reduzierten

Platzbedarf, so dass eine hohe Packungsdichte in einer insbesondere mehrzelligen Halbleiterstruktur, die aus vielen Halbzellen gemäß dem Halbleiteraufbau 100 aufgebaut ist, möglich ist. Auch die Reduzierung der Verlustleistung durch
5 den Wegfall des Vorkanals wirkt sich günstig hinsichtlich einer Erhöhung der Packungsdichte aus.

Die erste Verarmungszone 24 und das Kontaktgebiet 5 sind im Bezug zueinander so angeordnet, dass sie sich in einer senkrecht zur ersten oder zweiten Oberfläche 20 bzw. 80 vorgenommenen Projektion in eine gemeinsame Ebene an ihren seitlichen Rändern um 1 bis 2 μm überlappen. Durch diese
10 letztgenannte Überlappung wird sichergestellt, dass der laterale Rand 221 tatsächlich bis unmittelbar an das Kontaktgebiet 5 heranreicht und sich die vorstehend beschriebenen
15 Vorteile einstellen.

Typischerweise beträgt die Länge (= laterale Ausdehnung) des lateralen Kanalgebiets 22 bei einem aus Siliciumcarbid hergestellten Halbleiteraufbau 100 zwischen 1 μm und 5 μm . Vorzugsweise ist das laterale Kanalgebiet 22 möglichst kurz ausgebildet. Dann ergibt sich ein sehr kompakter Gesamtaufbau mit geringem Platzbedarf. Die vertikale Ausdehnung liegt im spannungs- und stromfreien Zustand typischerweise zwischen
20 0,1 μm und 1 μm . Die Verarmungszonen 23 und 24 sind durch eine starke Verarmung an Ladungsträgern gekennzeichnet und weisen damit einen wesentlich höheren elektrischen Widerstand auf, als das von ihnen in vertikaler Richtung begrenzte laterale Kanalgebiet 22. Die räumliche Ausdehnung der beiden
25 Verarmungszonen 23 und 24, insbesondere die in vertikaler Richtung, variiert in Abhängigkeit der herrschenden Strom- und Spannungsverhältnisse.

Das laterale Kanalgebiet 22 bestimmt damit maßgeblich das
35 (Steuerungs-)Verhalten des gesamten Halbleiteraufbaus 100. Bei einer Ausbildung als Strombegrenzer hängt das Verhalten bei Anliegen einer Betriebsspannung in Durchlassrichtung

(= Vorwärtsrichtung) von dem zwischen den beiden Elektroden 50 und 60 durch den Halbleiteraufbau 100 fließenden elektrischen Strom I ab. Mit steigender Stromstärke wächst auf Grund des Bahnwiderstands der Vorwärtsspannungsabfall zwischen den Elektroden 50 und 60. Dies führt zu einer Vergrößerung der Verarmungszonen 23 und 24 und folglich zu einer mit einer entsprechenden Widerstandserhöhung verbundenen Verminderung der stromtragenden Querschnittsfläche im lateralen Kanalgebiet 22. Bei Erreichen eines bestimmten kritischen Stromwerts (= Sättigungsstrom) berühren sich die beiden Verarmungszonen 23 und 24 und schnüren das laterale Kanalgebiet 22 vollständig ab.

Eine derartige Kanalabschnürung kann auch erreicht werden, indem eine entsprechende Steuerspannung an den Halbleiteraufbau 100 angelegt wird.

Der Strompfad zwischen der ersten und der zweiten Elektrode 50 bzw. 60 umfasst in Vorwärtsrichtung das Kontaktgebiet 5 das laterale Kanalgebiet 22 ein im ersten Halbleitergebiet 2 angeordnetes vertikales Kanalgebiet 21 sowie eine sich danach anschließende Driftzone, die sich aus dem verbleibenden Teil der ersten Epitaxieschicht 261 und dem Substrat 27 zusammensetzt.

Bei Anlegen einer Betriebsspannung in Rückwärtsrichtung erfolgt der Stromfluss dagegen im Wesentlichen über eine Rückwärtsdiode 90, die durch das vergrabene Inselgebiet 3 und den darunter liegenden Teil des ersten Halbleitergebiets 2 gebildet ist. Da der Stromfluss also im Wesentlichen über die Rückwärtsdiode 90 und nicht durch das laterale Kanalgebiet 22 erfolgt, ist in Rückwärtsrichtung keine Stromsteuerung durch den Halbleiteraufbau 100 möglich. Bei Einsatz des Halbleiteraufbaus 100 in einem Umrichter kann die integrierte Rückwärtsdiode 90 die ansonsten in einem Umrichter üblicherweise erforderliche Beschaltung des verwendeten Halbleiterschalters mit einer Freilaufdiode erübrigen. Für die Stromführung in

Rückwärtsrichtung bietet die Rückwärtsdiode 90 eine große stromtragfähige Fläche.

Der in Figur 2 gezeigte Halbleiteraufbau 101 unterscheidet sich von dem Halbleiteraufbau 100 lediglich dadurch, dass statt des n-leitenden Substrats 27 ein p-leitendes Substrat 28 verwendet wird. Das schwach n-leitende erste Halbleitergebiet 2, das sich hier nur aus den beiden Halbleiterschichten 261 und 262 zusammensetzt, bildet mit dem stark p-leitenden (p^+) Substrat 28 einen p-n-Übergang. Dieser zusätzliche p-n-Übergang ist insbesondere bei einem Einsatz bei einer hohen Spannung, die beispielsweise mindestens in der Größenordnung von einigen kV liegt, günstig.

Außerdem weist das vergrabene Inselgebiet 3 im an das laterale Kanalgebiet 22 angrenzenden Bereich eine zusätzliche Erhebung 31 auf. Die Erhebung 31 entsteht beispielsweise durch einen kurzen Tiefätzschritt nach der Herstellung des Inselgebiets 3 und des eingebetteten Kontaktgebiets 5 noch vor dem epitaktischen Wachstum der zweiten Halbleiterschicht 262. Die Tiefätzung erfolgt nur in dem Bereich der zweiten Oberfläche 80, die nicht an das laterale Halbleitergebiet 22 angrenzt, also insbesondere auch im Bereich des Kontaktgebiets 5. Durch diese Maßnahme ergibt sich ein sicheres Betriebsverhalten. Die Abschnürung des lateralen Kanalgebiets 22 durch die beiden Verarmungszonen 23 und 24 erfolgt dann nämlich sicher vor einem ansonsten prinzipiell möglichen unerwünschten Durchgriff der Verarmungszone 24 auf das Kontaktgebiet 5. Die Maßnahme, eine Erhebung 31 in dem Inselgebiet 3 vorzusehen, lässt sich ohne Weiteres auch auf den Halbleiteraufbau 100 von Figur 1 übertragen.

Die vorstehend beschriebene Abschnürung des lateralen Kanalgebiets 22 kann außer durch den Strommechanismus auch durch eine Steuerspannung, die insbesondere die räumliche Ausdehnung der ersten Verarmungszone 24 beeinflusst, erreicht werden. Die Ausführungsbeispiele der Figuren 3 bis 6 beziehen

sich auf solche speziellen Ausgestaltungen der ersten Verarmungszone 24 zur Steuerung des Kanalgebiets 22. Die Ausgestaltungen sind jeweils am Beispiel des Halbleiteraufbaus 100 von Figur 1 dargestellt. Alle Ausgestaltungen lassen sich analog auch auf den Halbleiteraufbau 101 von Figur 2 übertragen.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 wird die erste Raumladungszone 24 durch einen Schottky-Kontakt hervorgerufen. Dazu befindet sich direkt auf der ersten Oberfläche 20 eine Steuerelektrode 40. Durch Anlegen einer entsprechenden Steuerspannung an die Steuerelektrode 40 wird die erste Raumladungszone 24 und damit das laterale Kanalgebiet 22 in seiner vertikalen Ausdehnung beeinflusst.

Wenn keine gesonderte Beeinflussung der ersten Verarmungszone 24 durch eine Steuerspannung erforderlich ist, kann die Steuerelektrode 40 auch mit der ersten Elektrode 50 kurzgeschlossen sein. Es ergibt sich dadurch eine in Figur 3 nicht dargestellte gemeinsame Elektrode. Mit einer Möglichkeit zur Beeinflussung durch eine externe Steuerspannung ergibt sich ein aktiver Halbleiteraufbau 102. Mit einer gemeinsamen Elektrode aus Steuerelektrode 40 und erster Elektrode 50 erhält man dagegen einen passiven Halbleiteraufbau 102. Ein geeignetes Material für die gemeinsame Elektrode ist Nickel.

Bei einem weiteren Halbleiteraufbau 103 nach Figur 4 wird die erste Verarmungszone 24 durch einen MOS(Metal Oxide Semiconductor)-Kontakt hervorgerufen. Dazu befindet sich direkt auf der ersten Oberfläche 20 eine Isolationsschicht 12 in Form einer Oxidschicht. Darauf ist eine Steuerelektrode 40 angeordnet, durch die die erste Verarmungszone 24 wiederum gesteuert werden kann.

In den Figuren 5 und 6 sind dagegen ein Halbleiteraufbau 104 bzw. ein Halbleiteraufbau 105 dargestellt, bei denen an der

ersten Oberfläche 20 innerhalb des ersten Halbleitergebiets 2 jeweils ein zweites Halbleitergebiet 4 angeordnet ist. Dieses hat den gegenüber dem Leitungstyp des ersten Halbleitergebiets 2 entgegengesetzten Leitungstyp, also in den dargestellten Ausführungsbeispielen den p-Leitungstyp. Es wird ebenfalls vorzugsweise durch Ionenimplantation erzeugt. Das zweite Halbleitergebiet 4 ist insbesondere stark p-dotiert (p^+). Zwischen dem ersten Halbleitergebiet 2 und dem zweiten Halbleitergebiet 4 ist dann ein p-n-Übergang vorhanden, dessen Verarmungszone hier die erste Verarmungszone 24 bildet.

Bei dem Halbleiteraufbau 104 nach Figur 5 erstreckt sich auf der Oberfläche 20 eine Schicht, die sich durchgehend vom zweiten Halbleitergebiet 4 bis hin zu der ersten Elektrode 50 innerhalb des Kontaktlochs 70 erstreckt. Hierbei sind zwei verschiedene Ausführungsformen voneinander zu unterscheiden. In der ersten Ausführungsform besteht die Schicht aus elektrisch isolierendem und in der zweiten Ausführungsform aus leitfähigem Material. In beiden Fällen ergibt sich ein passiver Halbleiteraufbau 104, der von Außen nicht gezielt, beispielsweise durch Anlegen einer Steuerspannung, gesteuert werden kann.

In der ersten Ausführungsform ist auf der ersten Oberfläche 20 eine Isolationsschicht 12 angeordnet, die das zweite Halbleitergebiet 4 elektrisch isoliert und damit ein Abfließen von aus dem zweiten Halbleitergebiet 4 in die erste Verarmungszone 24 diffundierten Ladungen (im dargestellten Fall Elektronen) verhindert. Der Leckstrom der Isolationsschicht 12 sollte möglichst gering sein, um eine gute Ladungsspeicherung im zweiten Halbleitergebiet 4 zu gewährleisten. Eine weitere Funktion der Isolationsschicht 12 ist die elektrische Isolation des zweiten Halbleitergebiets 4 von der ersten Elektrode 50. Als Material wird für die Isolationsschicht 12 ein Oxid vorzugsweise ein thermisch gewachsenes Siliciumdioxid (SiO_2) verwendet. Thermisches SiO_2 weist sehr gute

Isolationseigenschaften auf und kann auf SiC durch Trocken- oder Nassoxidation bei Temperaturen über 1000 °C erzeugt werden.

5 In der zweiten Ausführungsform des Halbleiteraufbaus 104 von Figur 5 erstreckt sich die erste Elektrode 50 auch bis zum zweiten Halbleitergebiet 4 und kontaktiert diese ebenfalls ohmsch. Das zweite Halbleitergebiet 4 und das Kontaktgebiet 5 sowie das vergrabene Inselgebiet 3 sind dann mittels der
10 ersten Elektrode 50 elektrisch leitend, d. h. niederohmig, miteinander verbunden.

Im Gegensatz zu den beiden passiven (nicht steuerbaren) Ausführungsformen des Halbleiteraufbaus 104 gemäß Figur 5 ist in
15 Figur 6 ein aktiver (steuerbarer) Halbleiteraufbau 105 dargestellt. Dazu ist auf dem zweiten Halbleitergebiet 4 eine gesonderte Steuerelektrode 40 vorgesehen. Damit kann man durch Anlegen eines Steuerpotenzials an die Steuerelektrode 40 die Ausdehnung der ersten Verarmungszone 24 unabhängig von
20 einem an der ersten Elektrode 50 anstehenden Potenzial verändern. Die Leitfähigkeit des lateralen Kanalgebiets 22 lässt sich folglich in diesem Ausführungsbeispiel aktiv steuern.

Ein aktiver, d.h. ein durch eine externe Steuerspannung beeinflussbarer Halbleiteraufbau 102, 103 oder 105 kann mit
25 besonderem Vorteil in einer aus der DE 196 10 135 C1 bekannten Kaskodeschaltung aus einem Niederspannungs-Schaltelement mit einem Hochspannungs-Schaltelement eingesetzt werden. Der dann verwendete Halbleiteraufbau 102, 103 oder 105 bildet
30 dabei das Hochspannungs-Schaltelement. Damit erhält man eine Gesamtschaltung, die sich mit einer nur sehr geringen Steuerspannung (in der Größenordnung einiger Volt) von einem stromführenden in einen stromsperrenden Zustand schalten lässt und dabei gleichzeitig die anstehende Betriebsspannung im stromsperrenden Zustand sicher aufnehmen kann. Der verwendete
35 aktive Halbleiteraufbau 102, 103 oder 105 ermöglicht ein sehr

robustes und insbesondere auch sehr schnelles Umschalten von dem Strom leitenden in den Strom sperrenden Zustand.

Patentansprüche

1. Halbleiteraufbau zur Steuerung eines Stroms (I) umfassend
- a) ein erstes Halbleitergebiet (2) eines ersten Leitungstyps
5 (n oder p) mit einer ersten Oberfläche (20),
 - b) ein innerhalb des ersten Halbleitergebiets (2) zumindest
 teilweise vergrabenes Inselgebiet (3) eines zweiten
 gegenüber dem ersten Leitungstyp entgegengesetzten
10 Leitungstyps (p oder n) mit einer der ersten Oberfläche
 (20) zugewandten zweiten Oberfläche (80),
 - c) ein Kontaktgebiet (5) des ersten Leitungstyps (n oder p),
 das an der zweiten Oberfläche (80) innerhalb des Insel-
 gebiets (3) angeordnet ist, und
 - d) ein zwischen erster und zweiter Oberfläche (20 bzw. 80)
15 als Teil des ersten Halbleitergebiets (2) ausgebildetes
 laterales Kanalgebiet (22),
 - d1) das Teil eines Strompfads vom oder zum Kontaktgebiet (5)
 ist,
 - d2) innerhalb dessen der Strom (I) durch wenigstens eine
20 Verarmungszone (23, 24) beeinflussbar ist, und
 - d3) dessen einer lateraler Rand (221) bis an das Kontakt-
 gebiet (5) heranreicht.

2. Halbleiteraufbau nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
25 k e n n z e i c h n e t , dass das Inselgebiet (3) und das
 Kontaktgebiet (5) mittels mindestens eines im ersten Halb-
 leitergebiet (2) vorgesehenen Kontaktlochs (70), das sich
 ausgehend von der ersten Oberfläche (20) bis mindestens zur
 zweiten Oberfläche (80) erstreckt, und mittels einer inner-
30 halb des Kontaktlochs (70) angeordneten ersten Elektrode (50)
 gemeinsam ohmsch kontaktiert sind.

3. Halbleiteraufbau nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, d a -
 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die zweite
35 Oberfläche (80) im Bereich des Kontaktgebiets (5) gegenüber
 dem an das laterale Kanalgebiet (22) angrenzenden Bereich des
 Inselgebiets (3) zurückversetzt ist.

4. Halbleiteraufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das laterale
Kanalgebiet (22) in vertikaler Richtung auf seiner der ersten
5 Oberfläche (20) zugewandten Seite durch eine erste Ver-
armungszone (24) und auf seiner dem Inselgebiet (3) zuge-
wandten Seite durch eine zweite Verarmungszone (23) eines
zwischen dem ersten Halbleitergebiet (2) und dem Inselgebiet
(3) liegenden p-n-Übergangs begrenzt oder abgeschnürt ist.
- 10 5. Halbleiteraufbau nach Anspruch 4, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass sich die erste Verarmungs-
zone (24) und das Kontaktgebiet (5) in einer senkrecht zur
ersten Oberfläche (20) vorgenommenen fiktiven Projektion in
15 eine gemeinsame Ebene an ihren lateralen Rändern überlappen.
6. Halbleiteraufbau nach Anspruch 4 oder 5, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die erste Verarmungszone
(24) die eines Schottky-Kontakts ist, der insbesondere
20 mittels einer Steuerelektrode (40) und eines an der ersten
Oberfläche (20) liegenden Bereichs des ersten Halbleiter-
gebiets (2) gebildet ist.
7. Halbleiteraufbau nach Anspruch 6, d a d u r c h g e -
25 k e n n z e i c h n e t , dass die Steuerelektrode (40) des
Schottky-Kontakts und eine das Kontaktgebiet (5) und das
Inselgebiet (3) gemeinsam ohmsch kontaktierende erste
Elektrode (50) als gemeinsame Elektrode gebildet sind.
- 30 8. Halbleiteraufbau nach Anspruch 4 oder 5, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die erste Verarmungszone
(24) die eines MIS-Kontakts ist, der insbesondere mittels
einer auf einer Isolationsschicht (12) angeordneten Steuer-
elektrode (40) gebildet ist, wobei die insbesondere als eine
35 Oxidschicht ausgebildete Isolationsschicht (12) auf der
ersten Oberfläche (20) des ersten Halbleitergebiets (2)
angeordnet ist.

9. Halbleiteraufbau nach Anspruch 4 oder 5, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die erste Verarmungszone
(24) die eines p-n-Übergangs ist, der zwischen dem ersten
5 Halbleitergebiet (2) und einem zweiten Halbleitergebiet (4),
das den gegenüber dem Leitungstyp des ersten Halbleiter-
gebiets (2) entgegengesetzten Leitungstyp (p oder n) aufweist
und das an der ersten Oberfläche (20) innerhalb des ersten
Halbleitergebiets (2) angeordnet ist, gebildet ist.
- 10
10. Halbleiteraufbau nach Anspruch 9, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass das zweite Halbleitergebiet
(4) an der ersten Oberfläche (20) elektrisch isoliert ist.
- 15
11. Halbleiteraufbau nach Anspruch 9, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass das zweite Halbleitergebiet
(4) mit einer Steuerelektrode (40) zum Steuern des elektri-
schen Widerstands im lateralen Kanalgebiet (22) ohmsch kon-
taktiert ist.
- 20
12. Halbleiteraufbau nach Anspruch 11, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Steuerelektrode (40)
des zweiten Halbleitergebiets (4) und die erste Elektrode
(50) des Kontaktgebiets (5) und des Inselgebiets (3) als
25 gemeinsame Elektrode ausgebildet sind.
13. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass auf
einer der ersten Oberfläche (20) gegenüberliegenden Seite des
30 ersten Halbleitergebiets (2) eine zweite Elektrode (60) an-
geordnet ist.
14. Halbleiteraufbau nach Anspruch 13, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass zwischen dem ersten
35 Halbleitergebiet (2) und der zweiten Elektrode (60) ein p-n-
Übergang vorhanden ist.

15. Halbleiteraufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Siliciumcarbid als Halbleitermaterial vorgesehen ist.

1/3

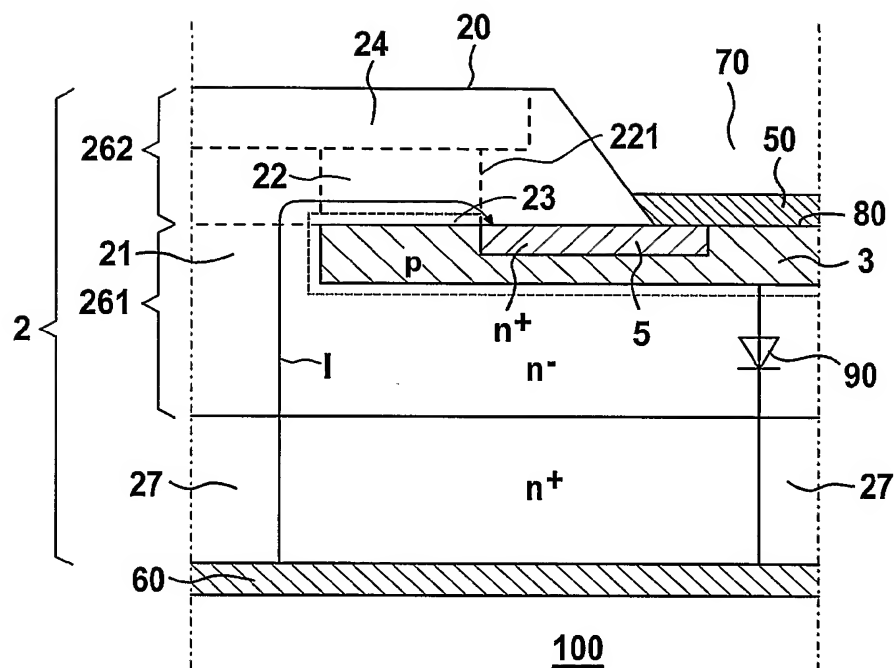


FIG 1

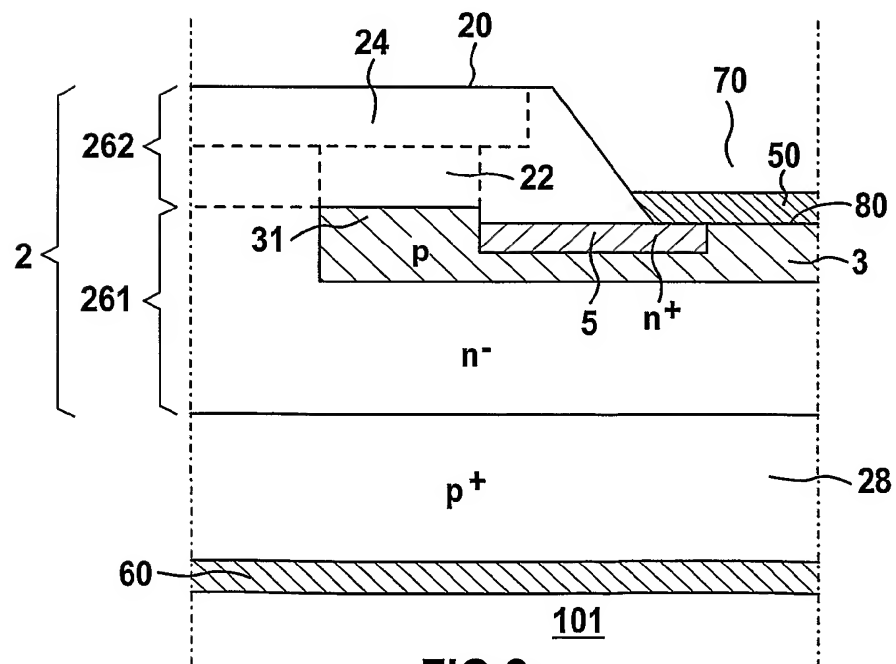


FIG 2

2/3

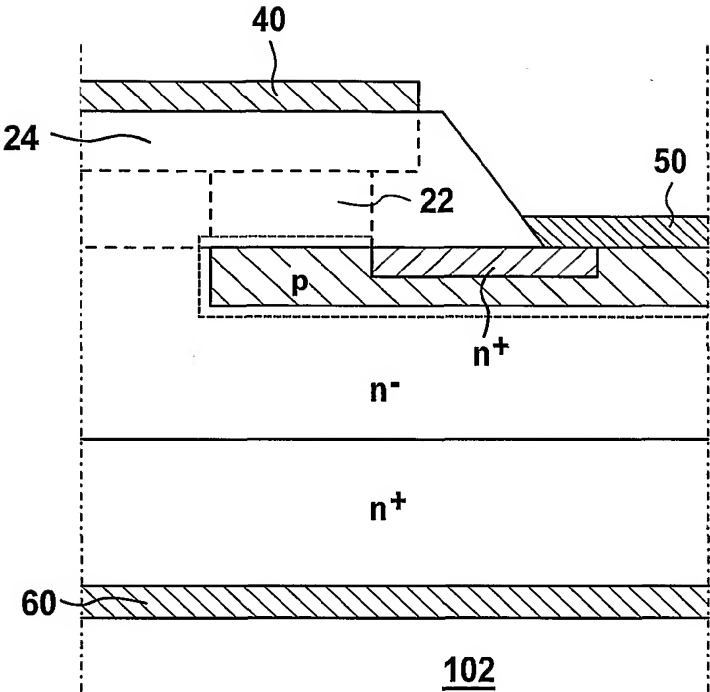


FIG 3

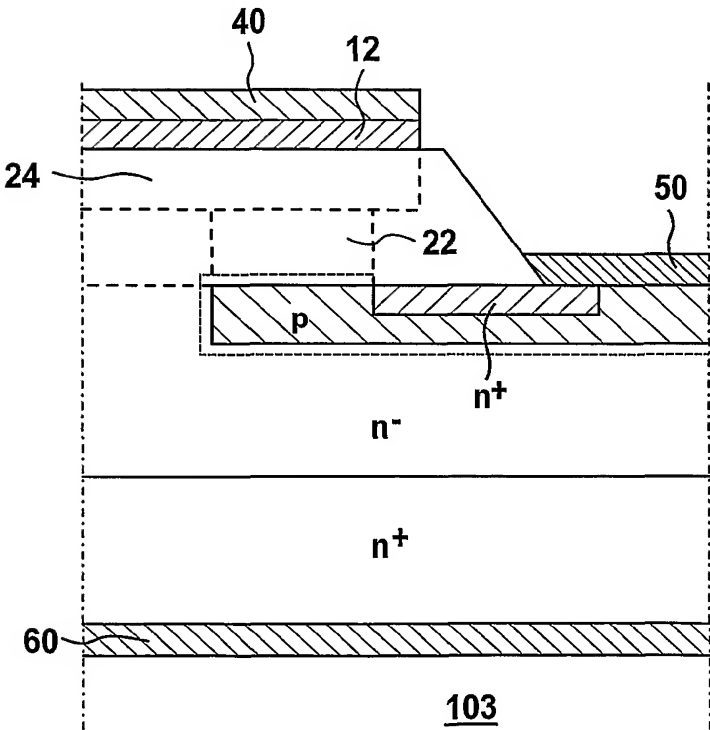


FIG 4

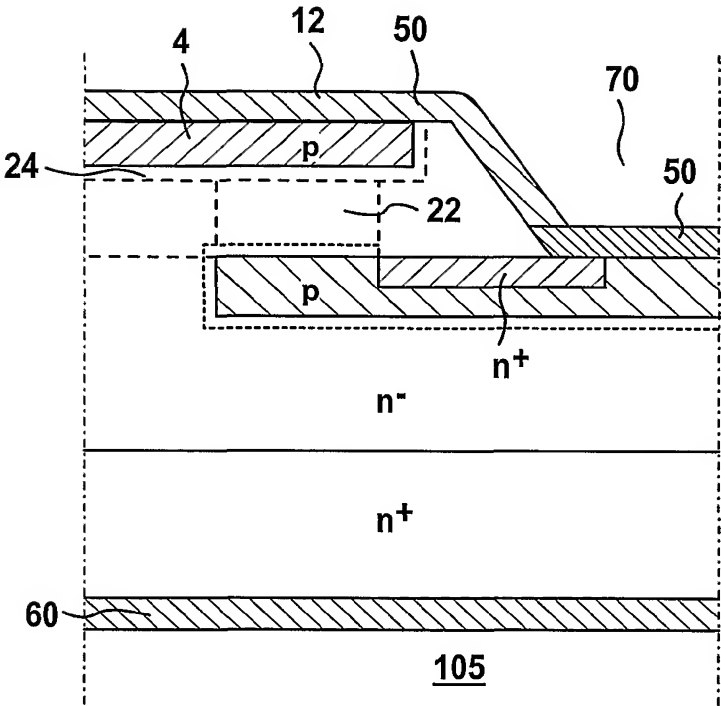


FIG 5

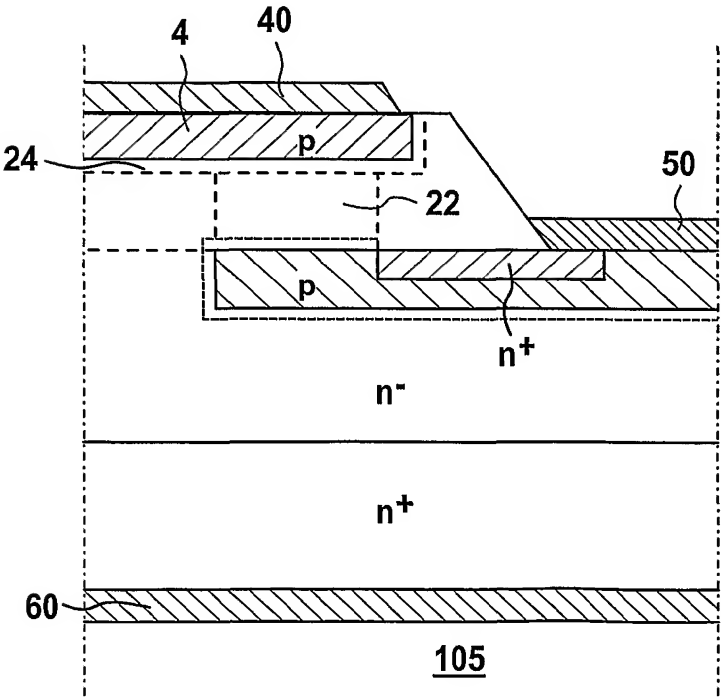


FIG 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 01/02640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L29/861 H01L29/812 H01L29/808 H01L29/78

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | WO 00 16403 A (STEPHANI DIETRICH ;MITLEHNER HEINZ (DE); SIEMENS AG (DE); BARTSCH) 23 March 2000 (2000-03-23) cited in the application the whole document | 1-15 |
| A | WO 00 03440 A (CREE RESEARCH INC ;SINGH RANBIR (US)) 20 January 2000 (2000-01-20) the whole document | 1-5, 13, 15 |
| A | WO 98 19342 A (DAIMLER BENZ AG ;KAMINSKI NANDO (DE); NEUBRAND HORST (DE)) 7 May 1998 (1998-05-07) the whole document | 1-7, 9-13, 15 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 December 2001

Date of mailing of the international search report

12/12/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baillet, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No
PCT/DE 01/02640

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----|----------------------------|---------------------|
| WO 0016403 | A | 23-03-2000 | DE | 19842488 A1 | 30-03-2000 |
| | | | WO | 0016403 A1 | 23-03-2000 |
| WO 0003440 | A | 20-01-2000 | US | 6281521 B1 | 28-08-2001 |
| | | | AU | 4428099 A | 01-02-2000 |
| | | | CN | 1308774 T | 15-08-2001 |
| | | | EP | 1095409 A1 | 02-05-2001 |
| | | | WO | 0003440 A1 | 20-01-2000 |
| WO 9819342 | A | 07-05-1998 | DE | 19644821 C1 | 12-02-1998 |
| | | | WO | 9819342 A1 | 07-05-1998 |
| | | | EP | 0938751 A1 | 01-09-1999 |
| | | | US | 6285046 B1 | 04-09-2001 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02640

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01L29/861 H01L29/812 H01L29/808 H01L29/78

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | WO 00 16403 A (STEPHANI DIETRICH ;MITLEHNER HEINZ (DE); SIEMENS AG (DE); BARTSCH) 23. März 2000 (2000-03-23) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument | 1-15 |
| A | WO 00 03440 A (CREE RESEARCH INC ;SINGH RANBIR (US)) 20. Januar 2000 (2000-01-20) das ganze Dokument | 1-5,13, 15 |
| A | WO 98 19342 A (DAIMLER BENZ AG ;KAMINSKI NANDO (DE); NEUBRAND HORST (DE)) 7. Mai 1998 (1998-05-07) das ganze Dokument | 1-7, 9-13,15 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Dezember 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/12/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Baillet, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int akes Aktenzeichen

PCT/DE 01/02640

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|---|--|
| WO 0016403 A | 23-03-2000 | DE 19842488 A1 WO 0016403 A1 | 30-03-2000 23-03-2000 |
| WO 0003440 A | 20-01-2000 | US 6281521 B1 AU 4428099 A CN 1308774 T EP 1095409 A1 WO 0003440 A1 | 28-08-2001 01-02-2000 15-08-2001 02-05-2001 20-01-2000 |
| WO 9819342 A | 07-05-1998 | DE 19644821 C1 WO 9819342 A1 EP 0938751 A1 US 6285046 B1 | 12-02-1998 07-05-1998 01-09-1999 04-09-2001 |